

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-181528

(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl.

G01B 21/26  
B62D 17/00

(21)Application number : 2000-379399

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 13.12.2000

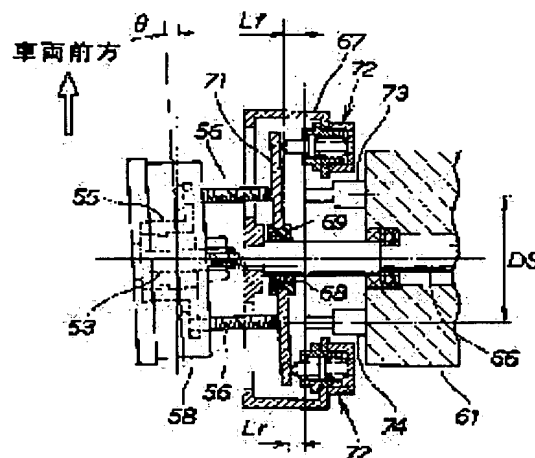
(72)Inventor : HIRANO AKIRA

## (54) WHEEL ALIGNMENT MEASURING METHOD AND APPARATUS THEREOF

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the measurement of alignment of a plurality of wheels without stopping the flow of the production of a vehicle and simply as well, and moreover the elimination of inclination errors of a wheel hub attributed to variations in the length of hub bolts in the measurement of the angle of inclination of the wheel hub when the wheel hub is rotated.

**SOLUTION:** The wheel hub 55 with a plurality of hub bolts 56 for mounting a wheel protruding is rotated, and the displacement of the tips of the hub bolts 56 is measured directly or indirectly with at least two respective displacement sensors 73 and 74 arranged at positions away from the hub bolts 56. The angle of inclination of the wheel hub 55 is calculated based on the displacements measured with the sensors 73 and 74 to determine the wheel alignment before the wheel is mounted on the wheel hub 55.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-181528

(P2002-181528A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002.6.26)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 1 B 21/26

G 0 1 B 21/26

2 F 0 6 9

B 6 2 D 17/00

B 6 2 D 17/00

C

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-379399 (P2000-379399)

(22) 出願日 平成12年12月13日 (2000. 12. 13)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 平野 明

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地の1 本

田技研工業株式会社埼玉製作所内

(74) 代理人 100067356

弁理士 下田 容一郎 (外1名)

Fターム (参考) 2F069 AA21 AA78 AA99 BB27 BB28

DD25 DD27 GG04 GG58 GG63

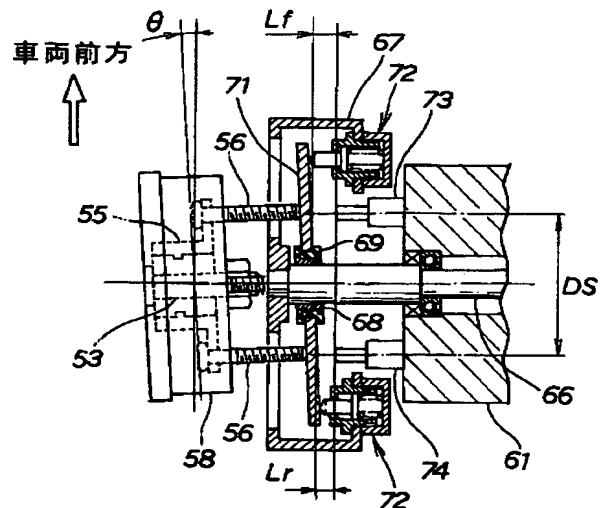
HH09 JJ17 MM02 MM34 NN00

(54) 【発明の名称】 ホイールアライメント測定方法及び同測定装置

(57) 【要約】

【解決手段】 車輪を取付けるための複数のハブボルト56を突出させたホイールハブ55を回転させ、ハブボルト56から離れた位置に配置した少なくとも2個の変位センサ73、74でハブボルト56の先端の変位を直接又は間接的にそれぞれ測定し、各変位センサ73、74で測定したそれぞれの変位に基づいてホイールハブ55の傾斜角 $\theta$ を算出することで、ホイールハブ55に車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定する。

【効果】 車両の製造の流れを止めずに複数の車輪のアライメントの測定を行うことができ、また、測定を簡単に行うことができ、更に、ホイールハブを回転させたときのホイールハブの傾斜角を測定するため、ハブボルトの長さのばらつきによるホイールハブの傾斜誤差を打ち消すことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車輪を取付けるための複数のハブボルトを突出させたホイールハブを回転させ、前記ハブボルトから離れた位置に配置した少なくとも 2 個の変位測定手段で前記ハブボルトの先端の変位を直接又は間接的にそれぞれ測定し、各変位測定手段で測定したそれぞれの変位に基づいて前記ホイールハブの傾斜角を算出することで、ホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定することを特徴としたホイールアライメント測定方法。

【請求項 2】 複数の前記ハブボルトの先端にディスクを当て、このディスクを前記ホイールハブと一体的に回転させ、ディスクの側面の変位を測定することで、ハブボルトの先端の変位を間接的に測定することを特徴とした請求項 1 記載のホイールアライメント測定方法。

【請求項 3】 前記ハブボルトの先端に前記変位測定手段をそれぞれ対向させることで、ハブボルトの先端の変位を直接測定することを特徴とした請求項 1 記載のホイールアライメント測定方法。

【請求項 4】 車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、

このホイールアライメント測定装置は、前記ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に押し当てるディスクと、このディスクをホイールハブと一体的に回転させるためのディスク回転手段と、ディスクを回転させたときのディスク側面の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とからなるホイールアライメント測定装置。

【請求項 5】 車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、

このホイールアライメント測定装置は、前記ホイールハブを回転させるためのホイールハブ回転手段と、ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に対向させて配置するとともにホイールハブを回転させたときの前記ハブボルトの先端の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とからなるホイールアライメント測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、製造ラインの流れをスムーズにし、測定を簡単にし、更に測定精度を高めたホイールアライメント測定方法及び部品数を少なくするとともに装置を簡単にしたホイールアライメント測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】車両におけるトーイン、キャンバ角等のホイールアライメントは、車両の直進安定性、コーナリング特性、ステアリング特性等に影響を与える重要な要素である。まず始めに、上記したホイールアライメントの一例として、トーインについて以下に説明する。図 20 (a) ~ (c) はトーインについて説明する説明図であり、トーインとは、(a) に示すような車輪 200 が車両前方を向いている状態から、(b) に示すように、車輪 200 の前部を車両内側へ傾けること、又は傾けた量を言い、一般に、車輪 200 の傾斜角（この傾斜角がトー角である。） $\theta$  を静的に測定することでトーインを求めている。

【0003】このような測定方法を用いる装置としては、例えば、特公平 3-26767 号公報「車輪の傾斜度測定装置」が知られている。

【0004】上記公報の第 4 図には、車輪 2 の両側を検出板 15、15 で挟み、これらの検出板 15、15 の基準位置からの移動量を複数のセンサ 21 で検出することで、トーイン、キャンバ角を測定する車輪の傾斜度測定装置が記載されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記公報の技術では、製造ラインで完成した車両で車輪 2 の傾斜度を測定することになり、製造ラインの末端で他の検査ととも行われるため、検査項目が多くなり、ラインの流れが滞ることが考えられる。

【0006】また、車輪 2 を検出板 15、15 の間の測定位置に精度よく位置決めする必要がある、測定のために多くの工数が必要となる。更に、例えば、車輪 2 のタイヤの側面に文字を凸状に形成したものであれば、その凸状の部分を検出板 15、15 で挟んだ場合には、車輪の傾斜度測定結果に誤差が生じ、測定精度が悪くなることが考えられる。

【0007】また更に、上記傾斜度測定装置では、車輪 2 を検出板 15、15 で挟み込むために、検出板 15、15 をそれぞれ支持するステー、検出板 15、15 を同期させて移動させるためのリンク機構等が必要になり、部品数が多くなるとともに装置自体が複雑になる。

【0008】一方、上記した図 20 (b) において、車輪 200 を取付けるホイールハブやこのホイールハブを回転自在に支持する車軸等の加工精度の影響で、車輪 200 を回転させると、車輪 200 が角度  $\theta$  だけ傾いた位置を中心に左右に振れることがある。この左右の振れ角を  $+\alpha$ 、 $-\alpha$  とする。

【0009】(c) は車輪 200 を回転させたときのトー角の変化を示すグラフであり、縦軸はトー角  $T$ 、横軸は時間  $t$  を表す。トー角  $T$  は時間  $t$  の経過とともに正弦波状に変化し、トー角  $T$  の最大値は  $\theta + \alpha$ 、最小値は  $\theta - \alpha$  となる。例えば、(b) において、車輪 200 が車両前方に対して角度  $(\theta + \alpha)$  だけ傾いた状態で静的に

10

20

30

40

50

車輪 200 の傾きを測定すると、角度  $\alpha$  だけの誤差を生じることになる。

【0010】そこで、本発明の目的は、①ホイールアライメント測定方法において、製造ラインの流れをスムーズにし、測定を簡単にし、測定精度を高めること、②ホイールアライメント測定装置において、部品数を少なくするとともに装置を簡素にすることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 は、車輪を取付けるための複数のハブボルトを突出させたホールハブを回転させ、ハブボルトから離れた位置に配置した少なくとも 2 個の変位測定手段でハブボルトの先端の変位を直接又は間接的にそれぞれ測定し、各変位測定手段で測定したそれぞれの変位に基づいてホイールハブの傾斜角を算出することで、ホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定することを特徴とした。

【0012】ホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定することができるため、例えば、車両が製造ラインを流れている間に、車両の側方から車両の製造の流れを止めずに複数の車輪のアライメントの測定を行うことができ、車両の生産性を向上させることができる。

【0013】また、例えば、ハブボルトの変位を測定するだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。更に、ホイールハブを回転させながらハブボルトの変位を測定するため、複数のハブボルトの長さのばらつきによるホイールハブの傾斜誤差を打ち消すことができ、ホイールアライメントの測定精度を高めることができる。

【0014】請求項 2 は、複数のハブボルトの先端にディスクを当て、このディスクをホイールハブと一体的に回転させ、ディスクの側面の変位を測定することで、ハブボルトの先端の変位を間接的に測定することを特徴とした。ハブボルトにディスクを押し当てるだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0015】請求項 3 は、ハブボルトの先端に変位測定手段をそれぞれ対向させることで、ハブボルトの先端の変位を直接測定することを特徴とした。ハブボルトの先端の変位を直接測定するだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0016】請求項 4 は、車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、このホイールアライメント測定装置を、ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に押し当てるディスクと、このディスクをホイールハブと一体的に回転させるためのディスク回転手段と、ディスクを回転させたときのディスク側面の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの

変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とから構成した。

【0017】ホイールハブに車輪を取付けない状態で変位測定手段によりディスク側面の変位を測定する構造であるため、構造を簡素にできるとともに変位測定手段の配置をディスク側方の範囲内で自由に設定することができる。

【0018】請求項 5 は、車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、このホイールアライメント測定装置を、ホイールハブを回転させるためのホイールハブ回転手段と、ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に対向させて配置するとともにホイールハブを回転させたときのハブボルトの先端の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とから構成した。

【0019】ホイールハブに車輪を取付けない状態で、しかもハブボルトの変位を直接測定する構造であるため、ホイールアライメント測定装置の部品数をより少なくすることができ、構造を簡素にでき、ホイールアライメント測定装置の製造コストやメンテナンスに要するコストを抑えることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。図 1 は本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）を説明する説明図であ

り、ホイールアライメント測定装置を車両の製造ラインに設置した状態を示す。車両 10 は、車体 11 と、この車体 11 の下部に車幅方向に延ばして取付けたサブフレーム 12 と、これらの車体 11 及びサブフレーム 12 に取付けた一対のサスペンション 13、14 とを備え、製造ラインの搬送レール 16 に移動自在に取付けたハンガ 17 で吊った状態にある。なお、17a、17a はハンガ下端部、17b、17b は車体 11 の下端を支持するためにハンガ下端部 17a、17a に取付けた当て板である。

【0021】サスペンション 13 は、サブフレーム 12 から車体外方に上下動可能に延ばしたサスペンションアーム 21、22、23、24 と、これらのサスペンションアーム 21、22、23、24 の先端に取付けたナックル 25 と、このナックル 25 に回転自在に取付けたホイールハブ（不図示。後述する。）と、ナックル 25 及び車体 11 のそれぞれに渡したサスペンションストラット 26 とからなり、車輪を取付ける前のものである。なお、27 はナックル 25 に取付けたドラムブレーキである。サスペンション 14 は、車体 11 及びサブフレーム 12 に対してサスペンション 13 と左右対称な構造にし

たものであり、説明は省略する。

【0022】ホイールアライメント測定装置30は、搬送レール16の下方の床面に配置したベース部31と、このベース部31に取付けた台座32と、この台座32に、レール33を介して車両10の車幅方向に平行に移動可能に取付けたアライメント測定部34と、ホイールアライメント測定時に、サスペンション13を所定の状態で位置決めするためにベース部31に取付けたサスペンション位置決め機構35とからなる。

【0023】サスペンション位置決め機構35は、サスペンション13を押上げる第1シリンダ装置37と、サブフレーム12を引き下げる第2シリンダ装置38とからなる。

【0024】第1シリンダ装置37は、シリンダ41と、このシリンダ41内に移動可能に挿入したピストン（不図示）に取付けたピストンロッド42と、サスペンション13の、例えばナックル25を支持するためにピストンロッド42の先端に取付けたサスペンション支持部43とからなる。

【0025】第2シリンダ装置38は、シリンダ45と、このシリンダ45内に移動可能に挿入したピストン（不図示）に取付けたピストンロッド46と、このピストンロッド46の先端からサブフレーム12側に延ばしたチェーン47と、このチェーン47の先端に取付けるとともにサブフレーム12に掛けたフック48とからなる。なお、51はチェーン47をガイドするガイドブリーである。

【0026】図2は本発明に係るホイールアライメント測定装置のアライメント測定部の側面図（一部断面図）であり、アライメント測定部34をサスペンション13にセットし、ホイールアライメントを測定する状態を示す。

【0027】サスペンション13は、ナックル25に設けた車軸53にベアリング54、54を介してホイールハブ55を回転自在に支持し、このホイールハブ55に車輪を取付けるためのハブボルト56・・・（・・・は複数個を示す。以下同様。）を取付けたものである。なお、57、58はドラムブレーキ27を構成するバックプレート及びブレーキドラム、59は車軸53からのホイールハブ55の抜け止めを図るナットである。

【0028】アライメント測定部34は、断面L字状の基部61と、この基部61に取付けた電動モータ62と、この電動モータ62の回転軸63に継手64を介して連結するとともに基部61でベアリング65、65を介して回転自在に支持したシャフト66と、サスペンション13のホイールハブ55を回転させるためにシャフト66の先端に取付けたホイールハブ駆動部材67と、シャフト66に中心部を、ブッシュ68及びラバー69を介して嵌めるとともにハブボルト56・・・の先端に側面を当てたディスク71と、このディスク71をハブ

ボルト56・・・に押付けるためにホイールハブ駆動部材67に取付けた押圧機構72・・・と、ディスク71が回転したときのディスク側面の変位を検知するためにシャフト66の前方（前方とは図ではシャフト66の奥側であり、車両前方でもある。）に配置した変位測定手段としてのフロント側変位センサ73及びシャフト66の後方（後方とは図ではシャフト66の手前側であり、車両後方でもある。）側に配置した変位測定手段としてのリヤ側変位センサ74（リヤ側変位センサ74は不図示）と、各変位センサ73、74からの変位信号に基づいてホイールアライメントを演算し、演算結果を記憶する傾斜角算出手段としての演算・記憶手段75と、この演算・記憶手段75にデータを入力するための入力手段76と、演算・記憶手段75に時間信号を供給するタイマ77と、電動モータ62の回転軸63の回転数を検出して演算・記憶手段75に回転数信号を供給する回転数センサ78と、演算・記憶手段75での演算結果や記憶内容を表示する表示手段81とからなる。なお、83はアライメント測定部移動手段であり、アライメント測定部34を図の左右方向に移動させるための第3シリンダ装置84を備える。

【0029】押圧機構72は、ケース85と、このケース85内に移動可能に挿入するとともにケース85の底に開けた穴部から先端を突出させたディスク押圧部材86と、このディスク押圧部材86をディスク71側に押付けるスプリング87と、このスプリング87の端部を支持するとともにケース85に設けたおねじ部にねじ結合することでホイールハブ駆動部材67に押圧機構72を固定するためのキャップ部材88とからなる。フロント側変位センサ73及びリヤ側変位センサ74は、光、音波、電磁波を利用した非接触式のセンサである。上記した基部61、電動モータ62、回転軸63、継手64、ベアリング65、シャフト66、ホイールハブ駆動部材67は、ディスク71を回転させるためのディスク回転手段89を構成するものである。

【0030】図3は図2の3-3線断面図であり、ホイールハブ駆動部材67は、ボス部91と、このボス部91から径外方に延ばしたスポーク部92・・・と、これらのスポーク部92・・・の先端に取付けた外周部93とからなり、スポーク部92をハブボルト56の側部に当てることでホイールハブ駆動部材67の回転をホイールハブ55（図2参照）に伝える。各変位センサ73、74は、水平線95上に並べて配置したものである。

【0031】図4は図2の4矢視図（一部断面図）であり、ディスク71が図のように車両前後方向に傾いているとき、フロント側変位センサ73からディスク71の側面までの距離を $L_f$ 、リヤ側変位センサ74からディスク71の側面までの距離を $L_r$ とし、フロント側変位センサ73とリヤ側変位センサ74との距離をDSとすると、ホイールハブ55の車両前後方向の傾斜角 $\theta$ （こ

れは、車輪を取付けたときのトー角になる。)は、ディスク71を回転させながら上記した距離 $L_f$ 、 $L_r$ を測定することにより求めることができる。(詳細は後述する。)

【0032】図5は本発明に係るホイールアライメント測定装置のアライメント測定部をサスペンションから離れた状態を示す断面図であり、アライメント測定部34をアライメント測定部移動手段83(図2参照)で車両10(図1参照)から離れる側へ移動させると、ハブボルト56・・・に当たっていたディスク71は押圧機構72で押されてブッシュ68及びラバー69がホイールハブ駆動部材67のボス部91に当たるまで図の左方に移動する。このように、ディスク71は、シャフト66にブッシュ68及びラバー69を介して嵌めたことで、シャフト66に対して、図4に示したように自在に傾斜することができるとともに図5に示したように、シャフト66に対して滑りながらシャフト66の軸の延びる方向に自在に移動することができる。

【0033】また、ディスク71の中心側にブッシュ68を設けたことで、例えば、図2において、電動モータ62を停止させたときに、停止したシャフト66に対してホイールハブ55が慣性で回転した場合には、ディスク71がホイールハブ55と共に滑らかに回転することができ、ホイールハブ55に対するディスク71の回転方向の回転角度ずれを生じることがない。

【0034】更に、図5において、ディスク71の押圧機構72側の側面71aを、表面粗さを小さくするとともにめっき処理を施して鏡面仕上げにし、ハブボルト56に当てる側面71bを、表面粗さを大きくしたり滑り止めの処理を施したりすれば、上記したような電動モータ62を停止させたときのホイールハブ55とディスク71との回転角度ずれ防止効果を更に高めることができる。

【0035】以上に述べたホイールアライメント測定装置30によるホイールアライメント測定方法を次に説明する。まず、図1に示したように、製造ライン上を流れてきた車両10に対して、図2に示したように、車両10のサスペンション13にアライメント測定部34をアライメント測定部移動手段83で移動することでセットする。

【0036】次に、図1に示したサスペンション位置決め機構35の第1シリンダ装置37を作動させてサスペンション支持部43でナックル25の下部を支持するとともに、第2シリンダ装置38を作動させてサブフレーム12及び車体11を引き下げ、サスペンション13を、車輪を装着した後の車両が地面上に停車した状態と同じ状態(各サスペンションアーム21、22、23、24のナックル25側の端部が上方にスイングし、サスペンションストラット26が圧縮された状態)に設定する。

【0037】そして、図4に示したように、ハブボルト56・・・にディスク71を当てた状態で、図2に示した電動モータ62を作動させる。これにより、電動モータ62の回転軸63の回転がシャフト66及びホイールハブ駆動部材67を介してハブボルト56・・・、ホイールハブ55及びディスク71に伝わり、ハブボルト56・・・及びディスク71が一体的に回転する。従って、図4において、フロント側変位センサ73で検出する距離 $L_f$ 及びリヤ側変位センサ74で検出する距離 $L_r$ は刻々変化する。

【0038】図6は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ(第1作用図)であり、フロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ の変化を表したものである。グラフの縦軸はフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ 、横軸は時間 $t$ である。図中の曲線はフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ の連続データであり、これらの曲線上の点はそれぞれ実際の時間間隔 $d_t$ 毎の測定点である。この時間間隔 $d_t$ は適宜短く又は長く設定してよい。

【0039】時間が $t_0$ から $t_m$ までの区間(ディスクが1回転する区間)の始点である時間 $t_0$ と区間の終点である時間 $t_m$ とでフロント側距離 $L_f$ が一致(始点と終点との差が所定値以内の場合を一致とする。詳細は後述する。)した場合、また、時間 $t_0$ と時間 $t_m$ とでリヤ側距離 $L_r$ が一致(一致とはフロント側距離 $L_f$ の場合と同様である。)した場合には、区間内のフロント側距離 $L_f$ の振幅 $V_{wf}$ の中央値として、例えば、最大値 $f_{max}$ と最小値 $f_{min}$ との平均値 $m$ 、又は区間内の連続する8個の測定点(本実施の形態(他の実施の形態も含む)では、便宜上8個とするが、適宜測定点の個数を変更しても差し支えない。以下同様。)のデータの平均値 $m$ を求め、同様にして区間内のリヤ側距離 $L_r$ の振幅 $V_{wr}$ の中央値として、例えば、最大値 $r_{max}$ と最小値 $r_{min}$ との平均値 $n$ 、又は区間内の連続する8個の測定点のデータの平均値 $n$ を求める。

【0040】図7(a)、(b)は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図(第2作用図)である。(a)において、フロント側変位センサとリヤ側変位センサとの距離 $DS$ 及び図6で求めた平均値 $m$ と平均値 $n$ との差 $(m-n)$ を直角三角形の直角を挟む2辺の長さにとると、斜辺の傾斜角 $\theta$ は、 $\tan \theta = (m-n)/DS$ を満たす $\theta$ として算出することができる。

【0041】即ち、この傾斜角 $\theta$ はディスク71(図4参照)の傾斜角(ホイールハブ55(図4参照)の傾斜角でもある。)であり、(b)に示すように、左右の車輪101、102のトー角であり、このトー角 $\theta$ だけ車輪101、102が内側に傾いたときに、各車輪10

1, 102の前部の中心間距離をa、各車輪101, 102の後部の中心間距離をbとすると、(b-a)がトーンになる。

【0042】図8は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ(第3作用図)である。なお、グラフの縦軸はフロント側距離Lf及びリヤ側距離Lr、横軸は時間tを表す。図中の曲線はフロント側距離Lf及びリヤ側距離Lrの連続データであり、これらの曲線上の点は実際の測定点で、これらの測定点は、

フロント側距離Lf及びリヤ側距離Lrとで同一時刻に測定したものある。

【0043】フロント側距離Lfにおいて、時間t0での測定点を測定点m1とし、この測定点m1から時間間隔dt毎に測定する。この時間間隔dtは入力手段76(図2参照)で入力するものである。

【0044】例えば、測定点m(n-1)での測定の後の時刻taに、ディスクが何らかの外力によって変位し、以降、フロント側距離Lfが負側にδ1だけ変化したとする。これにより、測定点m(n-1)後の測定点は、想像線で示す曲線上の測定点kではなく、δ1だけ負側に移動した実線で示す曲線上の測定点mnになる。

【0045】そして、測定点m1からディスクが1回転した時点の測定点p1でフロント側距離Lfを測定したときに、測定点m1でのフロント側距離b0と測定点p1でのフロント側距離b1とを比較する。即ち、区間1における始点のフロント側距離b0と終点のフロント側距離b1の差を算出する。

【0046】始点と終点とのフロント側距離の差である(b1-b0)が設定した距離一致判定範囲内であれば、始点のフロント側距離b0と終点のフロント側距離b1とが一致したと判断して測定を終了し、差(b1-b0)が距離一致判定範囲外であれば、測定を続ける。

【0047】ここで、距離一致判定値をVstとし、距離一致判定範囲を(-Vst~+Vst)とする。ここでは、差(b1-b0)が距離一致判定範囲(-Vst~+Vst)外、即ち|b1-b0|>Vstであるとして測定を続ける。

【0048】次に、測定点p2で測定した時点で、車輪が1回転した区間2における測定点m2でのフロント側距離b2と測定点p2でのフロント側距離b3との差(b3-b2)が距離一致判定範囲(-Vst~+Vst)内かどうか判断する。この区間2では、測定点m2がディスク変位前の曲線上、測定点p2がディスク変位後の曲線上にあるため、|b3-b2|>Vstとなり、更に測定を続ける。区間3においても、|b5-b4|>Vstとなり、測定を続ける。

【0049】更に、測定を続け、ディスクがδ1だけ変位した直後の、始点が測定点mnで終点が測定点pnである区間nになると、両測定点mn, pnともディスク

が変位後の曲線上の点であり、測定点mnのフロント側距離b6と測定点pnのフロント側距離b6とから $-Vst \leq (b6-b6) \leq Vst$ 、即ち|b6-b6|≤Vst(0≤Vstとなる。)となるため、測定は終了する。

【0050】従って、区間n内のフロント側距離最大値b5とフロント側距離最小値b7との差Vwfがフロント側距離Lfの振幅になる。そして、振幅Vwfの中央値として、フロント側距離最大値b5とフロント側距離最小値b7との平均値av1を $av1 = (b5-b7)/2$ 、又は区間n内の測定点mnから測定点pnまでの連続した8点(即ち、区間n内の9点のうち、始点の測定点mn又は終点の測定点pnを除いた8点)の平均値av2を $av2 = (b6+b7+b6+b1+b3+b5+b3+b1)/8$ として求めることができる。ここでは、 $av1 = av2 = b1$ となる。(なお、上記した平均値を求めるための連続した測定点は、8点に限らず、適宜変更してもよい。以下同様。)

【0051】同様にして、リヤ側距離Lrにおいて、例えば、測定点m(n-1)での測定の後の時刻taに、ディスクが何らかの外力によって変位し、以降、リヤ側距離Lrが正側にδ2だけ変化したときのリヤ側距離Lrの平均値を求める。途中の説明は省略するが、結果として、区間n内のリヤ側距離最大値c7とフロント側距離最小値c5との差Vwrがリヤ側距離Lrの振幅になる。従って、振幅Vwrの中央値として、リヤ側距離最大値c7とリヤ側距離最小値c5との平均値av3を $av3 = (c7-c5)/2$ 、又は区間n内の測定点mnから測定点pnまでの連続した8点の平均値av4を $av4 = (c6+c7+c6+c1+c3+c5+c3+c1)/8$ として求めることができる。ここでは、 $av3 = av4 = c1$ となる。

【0052】以上で求めたフロント側距離Lfの平均値b1とリヤ側距離Lrの平均値c1とから、図7(a), (b)で示した要領でディスクの傾斜角θ及びトーン(b-a)を求めることができる。

【0053】もし、始点のフロント側距離Lfと終点のフロント側距離Lfとの差、又は始点のリヤ側距離Lrと終点のリヤ側距離Lrとの差のどちらかが距離一致判定範囲(-Vst~+Vst)内に入らない場合、入力手段76(図2参照)で入力した設定測定時間Mt(後述する。)を越えたときに測定を終了する。

【0054】図9は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ(第4作用図)であり、縦軸、横軸については、図8と同様である。フロント側距離Lfを測定中に、例えば、測定点m2での測定の後の時間t1に、ディスクが何らかの外力によって変位し、以降、フロント側距離Lfが負側にδ1だけ変化したとする。これにより、測定点m2後の測定点は、δ1

だけ負側に变化した実線で示す曲線上の測定点  $r_3$  になる。

【0055】これ以後、その  $\delta_1$  だけ負側に变化した実線で示す曲線上で測定を続けるが、例えば、測定点  $r_{(n-1)}$  で測定した後の時間  $t_2$  に、変位していたディスクが元の位置に戻ったとすると、測定点  $r_{(n-1)}$  後の測定点は、 $\delta_1$  だけ正側に变化した実線で示す元の曲線上の測定点  $m_n$  になる。

【0056】測定点  $m_1$  から測定点  $m_{(n+\alpha)}$  までのディスクが1回転した区間1では、測定点  $m_1$  のフロント側距離  $L_f = b_0$  と測定点  $m_{(n+\alpha)}$  のフロント側距離  $L_f = b_0$  とから、それらのフロント側距離  $L_f$  の差はゼロになり、図8で説明したように距離一致判定範囲  $(-V_{st} \sim +V_{st})$  内に入る。

【0057】従って、図8で説明した処理だけでは、区間1におけるフロント側距離最大値  $b_8$  とフロント側距離最小値  $b_9$  との差  $V_1$  が振幅ということになり、正しいフロント側距離  $L_f$  の中央値を測定することができない。

【0058】そこで、測定点  $m_1$ 、 $m_2$  で測定したときに、演算・記憶手段75（図2参照）は、これらの測定点  $m_1$ 、 $m_2$  のそれぞれの時間  $t$  とフロント側距離  $L_f$  とを記憶し、これらのデータから次の測定点になると予想される測定点  $m_3$  を算出する。

【0059】そして、この測定点  $m_3$  のフロント側距離  $b_{10}$  と実際に測定する測定点  $r_3$  のフロント側距離  $b_{11}$  との差  $(b_{11} - b_{10})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうか、即ち、ディスクが異常に変位しなかったかどうか判断する。ここで、 $C_{st}$  はディスク変位判定値である。

【0060】差  $(b_{11} - b_{10})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  外であれば、ディスクが異常に変位したと判断し、測定点  $r_3$  を始点とする区間での測定を行う。以後、同様にして、測定済みの測定点の時間  $t$  とフロント側距離  $L_f$  とのデータから次の測定点のフロント側距離  $L_f$  を予想し、このフロント側距離  $L_f$  と実際に測定した測定点のフロント側距離  $L_f$  との差がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうかを各測定点の測定毎に判断する。

【0061】また、演算・記憶手段75は、測定点  $r_{(n-1)}$  で測定した後に、記憶しておいた測定点  $r_3$  から測定点  $r_{(n-1)}$  までの各測定点のそれぞれの時刻  $t$  及びフロント側距離  $L_f$  のデータから次の測定点になると予想される測定点  $r_n$  を算出する。

【0062】そして、この測定点  $r_n$  のフロント側距離  $b_{12}$  と実際に測定した測定点  $m_n$  のフロント側距離  $b_{13}$  との差  $(b_{13} - b_{12})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうか、即ちディスクが変位したかどうか判断する。

【0063】差  $(b_{13} - b_{12})$  がディスク変位判定

範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  外であれば、ディスクが異常に変位したと判断し、測定点  $m_n$  を始点とする測定区間での測定を行う。

【0064】この測定点  $m_n$  から、測定点  $m_{(n+\beta)}$  までの区間  $n$  において、再びディスクの変位が検知されなければ、フロント側距離  $L_f$  の測定を終了する。この区間  $n$  のフロント側距離最大値  $b_{10}$  とフロント側距離最小値  $b_9$  との差がフロント側距離  $L_f$  の振幅  $V_{wf}$  であり、この振幅  $V_{wf}$  の中央値として、 $av_5 = (b_{10} - b_9) / 2$ 、又は区間  $n$  内の測定点  $m_n \sim$  測定点  $m_{(n+\beta)}$  間の連続した8点の平均値  $av_6$  を求めることができる。ここでは、 $av_5 = av_6 = b_0$  となる。

【0065】リヤ側距離  $L_r$  についても、測定中に、例えば、測定点  $m_2$  での測定の後の時間  $t_1$  に、ディスクが何らかの外力によって変位し、以降、リヤ側距離  $L_r$  が正側に  $\delta_2$  だけ変化し、時間  $t_2$  に、変位していたディスクが元の位置に戻った場合に対処するために、フロント側距離  $L_f$  の測定と同様に、測定点  $m_1$ 、 $m_2$  で測定したときに、演算・記憶手段75（図2参照）は、測定点  $m_1$ 、 $m_2$  のそれぞれの時間  $t$  とリヤ側距離  $L_r$  とを記憶し、これらのデータから次の測定点になると予想される測定点  $m_3$  を算出する。

【0066】そして、この測定点  $m_3$  のリヤ側距離  $c_{10}$  と実際に測定する測定点  $r_3$  のリヤ側距離  $c_{11}$  との差  $(c_{11} - c_{10})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうか、即ち、ディスクが変位しなかったかどうか判断する。

【0067】差  $(c_{11} - c_{10})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  外であれば、ディスクが異常に変位したと判断し、測定点  $r_3$  を始点とする測定区間での測定を行う。

【0068】以後、同様にして、測定済みの測定点の時間  $t$  とリヤ側距離  $L_r$  とのデータから次の測定点のリヤ側距離  $L_r$  を予想し、このリヤ側距離  $L_r$  と実際に測定した測定点のリヤ側距離  $L_r$  との差がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうかを各測定点の測定毎に判断する。

【0069】また、演算・記憶手段75は、測定点  $r_{(n-1)}$  で測定した後に、記憶しておいた測定点  $r_3$  から測定点  $r_{(n-1)}$  までの各測定点のそれぞれの時間  $t$  及びリヤ側距離  $L_r$  のデータから次の測定点になると予想される測定点  $r_n$  を算出する。

【0070】そして、この測定点  $r_n$  のリヤ側距離  $c_{12}$  と実際に測定した測定点  $m_n$  のリヤ側距離  $c_{13}$  との差  $(c_{13} - c_{12})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  内かどうか、即ちディスクが変位したかどうか判断する。差  $(c_{13} - c_{12})$  がディスク変位判定範囲  $(-C_{st} \sim +C_{st})$  外であれば、ディスクが異常に変位したと判断し、測定点  $m_n$  を始点とする測定区間での測定を行う。

【0071】この測定点 $m_n$ から、測定点 $m(n+\beta)$ までの区間 $n$ において、再びディスクの変位が検知されなければ、リヤ側距離 $L_r$ の測定を終了する。この区間 $n$ のリヤ側距離最大値 $c_9$ とリヤ側距離最小値 $c_{10}$ との差がリヤ側距離 $L_r$ の振幅 $V_{wr}$ であり、この振幅 $V_{wr}$ の中央値として、 $av_7 = (c_9 - c_{10}) / 2$ 、又は区間 $n$ 内の測定点 $m_n \sim$ 測定点 $m(n+\beta)$ の間の連続した8点の平均値 $av_8$ を求めることができる。ここでは、 $av_7 = av_8 = c_0$ となる。

【0072】以上で求めたフロント側距離 $L_r$ の平均値 $b_0$ とリヤ側距離 $L_r$ の平均値 $c_0$ とから、図7

(a)、(b)で示した要領でディスクの傾斜角 $\theta$ 及びトーイン( $b-a$ )を求めることができる。

【0073】以上の図6～図9で説明した内容を含め、次の図10及び図11でホイールアライメント測定方法を説明する。図10は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するフロー(第5作用図)である。説明の都合上、フローを図10と図11とに分けた。なお、 $ST \times \times$ はステップ番号を示す。

$ST01$ ……サスペンション位置決め機構を使用して車両のサスペンションの位置決めを行う。

【0074】 $ST02$ ……サスペンションのハブボルトにディスクを当ててホイールアライメント測定装置をセットする。

$ST03$ ……電動モータを作動させ、ディスクを回転させる。

$ST04$ ……ディスクのフロント側とリヤ側とでディスクの変位(フロント側距離及びリヤ側距離)の測定を開始する。この時、タイマはオンになる(時間 $t=0$ )。

【0075】 $ST05$ ……タイマオンからの経過時間 $t$ が設定測定時間 $Mt$ 以下かどうか、即ち、 $t \leq Mt$ かどうか判断する。 $t \leq Mt$ でない(NO)場合は、 $ST06$ に進む。 $t \leq Mt$ である(YES)場合は、 $ST07$ に進む。

$ST06$ ……ディスク変位測定を終了する。

【0076】 $ST07$ ……ディスクが1回転したときの測定区間において、始点と終点とのフロント側距離に再現性があるかどうか判断するために、測定区間の始点のフロント側距離 $b_s$ と終点のフロント側距離 $b_e$ との差( $b_e - b_s$ )が距離一致判定範囲( $-V_{st} \sim +V_{st}$ )内かどうか、即ち、 $|b_e - b_s| \leq V_{st}$ かどうか判断する。 $|b_e - b_s| \leq V_{st}$ でない(NO)場合は、 $ST05$ に戻る。 $|b_e - b_s| \leq V_{st}$ である(YES)場合は、 $ST08$ に進む。

【0077】 $ST08$ ……ディスクが1回転したときの測定区間において、始点と終点とのリヤ側距離に再現性があるかどうか判断するために、測定区間の始点のリヤ側距離 $c_s$ と終点のリヤ側距離 $c_e$ との差( $c_e - c_s$ )が距離一致判定範囲( $-V_{st} \sim +V_{st}$ )内かど

うか、即ち、 $|c_e - c_s| \leq V_{st}$ かどうか判断する。 $|c_e - c_s| \leq V_{st}$ でない(NO)場合は、 $ST05$ に戻る。 $|c_e - c_s| \leq V_{st}$ である(YES)場合は、 $ST09$ に進む。

【0078】 $ST09$ ……測定中にディスクが変位しなかったかどうか判断するために、実際の測定点のフロント側距離 $b_r$ と予想される測定点のフロント側距離 $b_p$ との差( $b_r - b_p$ )がディスク変位判定範囲( $-C_{st} \sim +C_{st}$ )内かどうか、即ち、 $|b_r - b_p| \leq C_{st}$ かどうか判断する。 $|b_r - b_p| \leq C_{st}$ でない(NO)場合は、 $ST05$ に戻る。 $|b_r - b_p| \leq C_{st}$ である(YES)場合、 $ST10$ に進む。

【0079】 $ST10$ ……測定中にディスクが変位しなかったかどうか判断するために、実際の測定点のリヤ側距離 $c_r$ と予想される測定点のリヤ側距離 $c_p$ との差( $c_r - c_p$ )がディスク変位判定範囲( $-C_{st} \sim +C_{st}$ )内かどうか、即ち、 $|c_r - c_p| \leq C_{st}$ かどうか判断する。 $|c_r - c_p| \leq C_{st}$ でない(NO)場合は、 $ST05$ に戻る。 $|c_r - c_p| \leq C_{st}$ である(YES)場合、結合子Cを介して図11に示す $ST11$ に進む。

【0080】図11は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するフロー(第6作用図)であり、 $ST \times \times$ はステップ番号を示す。

$ST11$ ……フロント側距離の中央値とリヤ側距離の中央値とを基に演算・記憶手段でトーインを演算する。 $ST12$ ……トーインの演算結果を表示手段に表示する。

【0081】 $ST13$ ……トーイン( $b-a$ )はトーイン判定値 $To_{st}$ 以下かどうか、即ち( $b-a$ ) $\leq To_{st}$ かどうか判断する。 $(b-a) \leq To_{st}$ でない(NO)場合は、 $ST14$ に進む。 $(b-a) \leq To_{st}$ である(YES)場合は、トーイン、即ちホイールアライメントの検査を終了する。

$ST14$ ……車両のタイロッドの長さを調整し、トー角を調整する。この後、 $ST11$ に戻る。

【0082】図12(a)～(c)は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第1の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図(第7作用図)である。(a)、(b)は平面図であり、模式的に表したものである。(a)において、ハブボルト56は、通常は転造で製造されるために、全長のばらつきが比較的大きく、複数のハブボルト56にディスク71を当てると、ディスク71は、ホイールハブ55を車両の直進方向に向けた場合には、この直進方向に対して傾いてセットされることになる。この傾きを $+\beta$ 、このときのフロント側距離を $e$ 、リヤ側距離を $f$ とする。

【0083】(b)は、(a)の状態から、ホイールハブ55及びディスク71を一体的に半回転( $180^\circ$ )

させた状態を示す。このとき、ディスク71の傾きは、車両前方に対して $-\beta$ となり、また、フロント側距離は $f$ 、リヤ側距離は $e$ となる。

【0084】(c)は(a)の状態からホイールハブ55及びディスク71を一体的に連続して回転させたときのフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ の変化を示すグラフである。縦軸はフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ 、横軸はディスク回転角 $\phi$ (単位は度 $^{\circ}$ )を表す。フロント側距離 $L_f$ の最大値 $f$ と最小値 $e$ との平均値 $avf$ は $avf = (e + f) / 2$ であり、リヤ側距離 $L_r$ の最大値 $f$ と最小値 $e$ との平均値 $avr$ も $avr = (e + f) / 2$ になるため、平均値 $avf$ と平均値 $avr$ とからディスク71の傾斜角を求めると、図7

(a)において、傾斜角は、 $\tan \theta = (avf - avr) / DS$ を満たす $\theta$ であるから、 $\theta = 0$ となり、ディスク71は、車両前方方向に平行になる。

【0085】換言すれば、図12(a)、(b)において、複数のハブボルト56の全長にばらつきがあっても、ディスク71を回転させることで、そのばらつきによるディスク71の傾きを打ち消して、ディスク71を傾きのない状態として、本来のディスク71の傾斜角を測定することができる。

【0086】以上の図2で説明したように、本発明は、複数のハブボルト56の先端にディスク71を当て、このディスク71をホイールハブ55と一体的に回転させ、ディスク71の側面の変位を測定することで、ハブボルト56の先端の変位を間接的に測定することの特徴とした。ハブボルト56にディスク71を押し当てるだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0087】本発明は更に、図1、図2及び図7で説明したように、車体11側のホイールハブ55に車輪101、102を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置30であって、このホイールアライメント測定装置30を、ホイールハブ55に設けた複数の車輪取付用ハブボルト56の先端に押し当てるディスク71と、このディスク71をホイールハブ55と一体的に回転させるためのディスク回転手段89と、ディスク71を回転させたときのディスク71の側面の変位を測定する複数の変位センサ73、74と、これらの変位センサ73、74からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブ55の傾斜角 $\theta$ を算出する演算・記憶手段75とから構成した。

【0088】ホイールハブ55に車輪を取付けない状態で各変位センサ73、74によりディスク71の側面の変位を測定する構造であるため、構造を簡素にすることができるとともに各変位センサ73、74の配置をディスク71の側方の範囲内で自由に設定することができる。

【0089】図13は本発明に係るホイールアライメン

ト測定装置(第2の実施の形態)を示す側面図であり、ホイールアライメント測定装置105にアライメント測定部110を設け、このアライメント測定部110をサスペンション13にセットし、ホイールアライメントを測定する状態を示す。なお、図2に示した実施の形態と同一構成については同一符号を付け、詳細説明は省略する。

【0090】アライメント測定部110は、基部61に取付けた電動モータ111と、この電動モータ111の回転軸112に形成した歯部113に噛み合うギヤ114と、このギヤ114に取付けるとともに基部61で回転可能に支持したシャフト115と、このシャフト115の先端に取付けたアーム116と、フロント側変位センサ73及びリヤ側変位センサ74(奥側のフロント側変位センサ73は不図示)とを備える。なお、117は電動モータ111の回転軸112の回転数を検出して演算・記憶手段75に回転数信号を供給する回転数センサであり、演算・記憶手段75は、この回転数センサ117の回転数信号と、歯部113及びギヤ114のそれぞれの歯数から求めたギヤ比とに基づいてシャフト115の回転数を求める。このように、本発明は、ホイールハブ55の正確な回転角度を保証できる点が最大の利点でもある。

【0091】上記した電動モータ111、回転軸112、歯部113、ギヤ114、シャフト115、アーム116、基部61、シャフト115を支持するために基部61に取付けた図示せぬベアリングは、ホイールハブ55を回転させるためのホイールハブ回転手段119を構成するものである。

【0092】図14は図13の14-14線断面図であり、1本のハブボルト56にアライメント測定部110(図13参照)のアーム116を掛け、ホイールハブ55を矢印の方向に回転させるようにした状態を示す。

【0093】図15(a)、(b)は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第2の実施の形態)におけるハブボルトと各変位センサとの位置関係を説明する説明図であり、(a)は図13の15矢視図、(b)は(a)の部分拡大図(但し、ハブボルトは便宜上、断面で表した。)である。(a)は、フロント側変位センサ73及びリヤ側変位センサ74で、ホイールハブ55が回転しているときの各ハブボルト56の先端部の変位を測定することができるようにした状態を示す。

【0094】ホイールハブ55が車両前方に対して傾いているとき、フロント側変位センサ73から1本のハブボルト56の先端までの距離を $L_f$ 、リヤ側変位センサ74から他の1本のハブボルト56の先端までの距離を $L_r$ とし、フロント側変位センサ73とリヤ側変位センサ74との距離を $DS$ とすると、ホイールハブ55の車両前後方向の傾斜角 $\theta$ (これは、車輪を取付けたときのトー角になる。)は、ホイールハブ55を回転させなが

ら上記した距離 $L_f$ 、 $L_r$ を測定することにより求めることができる。(詳細は後述する。)

【0095】(b)は、フロント側変位センサ73とハブボルト56の先端の窪み部56aまでの距離を $L_f$ 、リヤ側変位センサ74と窪み部56aまでの距離を $L_r$ とすることを示す。または、ハブボルト56の先端の周縁部56bと各変位センサ73、74との距離をそれぞれ $L_f$ 、 $L_r$ としても差し支えない。

【0096】以上に述べたホイールアライメント測定装置105によるホイールアライメント測定方法を次に説明する。まず、図13において、アライメント測定部移動手段83により、アライメント測定部110を移動し、サスペンション13のハブボルト56にアーム116を掛ける。

【0097】そして、電動モータ111を運転し、回転軸112の回転を、歯部113とギヤ114との噛み合いを介してシャフト115に伝え、シャフト115からアーム116を介してハブボルト56・・・及びホイールハブ55を回転させて、フロント側変位センサ73及びリヤ側変位センサ74で回転中のハブボルト56・・・の変位、即ち各変位センサ73、74からハブボルト56・・・までの距離を測定する。

【0098】図16は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第2の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ(第8作用図)であり、縦軸はフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ 、横軸は時間 $t$ を表す。なお、 $t_1 \sim t_8$ はそれぞれ各ハブボルトの距離を測定した時間である。図14において、4本のハブボルト56に便宜上、それぞれ符号#1、#2、#3、#4を付け、図の状態からホイールハブ55を回転させる。

【0099】図16では、フロント側距離 $L_f$ を、フロント側変位センサにハブボルト#1、#2、#3、#4が近接する毎にハブボルト#1、#2、#3、#4の先端形状に対応した曲線として表わし、ハブボルト#1、#2、#3、#4の1回転目(区間1)の各曲線にそれぞれ符号(#1-1)、(#2-1)、(#3-1)、(#4-1)を付け、2回転目(区間2)の各曲線にそれぞれ符号(#1-2)、(#2-2)、(#3-2)、(#4-2)を付ける。

【0100】また、リヤ側距離 $L_r$ を、リヤ側変位センサにハブボルト#3、#4、#1、#2が近接する毎にハブボルト#3、#4、#1、#2の先端形状に対応した曲線として表わし、ハブボルト#3、#4、#1、#2の1回転目(区間1)の各曲線にそれぞれ符号(#3-1)、(#4-1)、(#1-1)、(#2-1)を付け、2回転目(区間2)の各曲線にそれぞれ符号(#3-2)、(#4-2)、(#1-2)、(#2-2)を付ける。

【0101】1回転目の各曲線(#1-1)、(#2-

1)、(#3-1)、(#4-1)によるそれぞれのフロント側距離 $L_f$ が $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ になったとする。2回転目の各曲線(#1-2)、(#2-2)、(#3-2)、(#4-2)によるそれぞれのフロント側距離 $L_f$ が1回転目の各曲線(#1-1)、(#2-1)、(#3-1)、(#4-1)によるそれぞれのフロント側距離 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ に一致した場合には、2回転目を終了した時点で、測定を終了する。

【0102】図17は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第2の実施の形態)による測定方法を示す作用図(第9作用図)である。フロント側変位センサとリヤ側変位センサとの距離 $DS$ を直角三角形の直角な2辺のうちの1辺の長さにとり、他の1辺の長さに、図16で測定したフロント側距離 $L_f$ 及びリヤ側距離 $L_r$ の結果から得られる、4本のハブボルト#1、#2、#3、#4の対向する2本のフロント側距離 $L_f$ とリヤ側距離 $L_r$ との差の平均、即ち、 $((f_1 - r_3) + (f_2 - r_4) + (f_3 - r_1) + (f_4 - r_2)) / 4$ を算出する。

【0103】これにより、直角三角形の斜辺の傾斜角 $\theta$ 、即ちホイールハブの傾斜角 $\theta$ は、 $\tan \theta = ((f_1 - r_3) + (f_2 - r_4) + (f_3 - r_1) + (f_4 - r_2)) / 4 / DS$ を満たす $\theta$ として算出することができる。従って、ここで得られる $\theta$ より、図7(b)からトーイン(b-a)を求めることができる。

【0104】図18は本発明に係るホイールアライメント測定装置(第2の実施の形態)による測定方法を示す作用図(第10作用図)である。図16と同様に、フロント側距離 $L_f$ において、ハブボルト#1、#2、#3、#4の先端形状に対応した1回転目の各曲線を、曲線(#1-1)、(#2-1)、(#3-1)、(#4-1)とし、2回転目の各曲線を、曲線(#1-2)、(#2-2)、(#3-2)、(#4-2)とし、更に、3回転目の各曲線を、曲線(#1-3)、(#2-3)、(#3-3)、(#4-3)とする。

【0105】また、リヤ側距離 $L_r$ において、ハブボルト#3、#4、#1、#2の先端形状に対応した1回転目の各曲線を、曲線(#3-1)、(#4-1)、(#1-1)、(#2-1)とし、2回転目の各曲線を、曲線(#3-2)、(#4-2)、(#1-2)、(#2-2)とし、3回転目の各曲線を、曲線(#3-3)、(#4-3)、(#1-3)、(#2-3)とする。なお、 $t_1 \sim t_{12}$ はそれぞれ各ハブボルトの距離を測定した時間である。

【0106】1回転めの曲線(#1-1)、(#2-1)、(#3-1)、(#4-1)によるフロント側距離 $L_f$ をそれぞれ $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ とし、2回転めの曲線(#1-2)によるフロント側距離 $L_f$ が $f_{10}$ になったとすると、ハブボルト#1の1回転目と2回転目とのフロント側距離 $L_f$ の差 $u = f_1 - f_{10}$ が所

10

20

30

40

50

定値  $L_{st}$  に対して  $|u| > L_{st}$  ( $\neq 0$ ) の場合は、フロント側距離  $f_1$  とフロント側距離  $f_{10}$  とが一致していないとして、ハブボルト #1 の曲線 (#1-2) によるフロント側距離  $f_{10}$  を最初の測定結果とし、フロント側距離  $L_f$  の測定を継続する。

【0107】そして、フロント側距離  $L_f$  において、時間  $t$  が  $t = t_9$  の時点以降に、曲線 (#1-2) による距離  $f_{10}$  と曲線 (#1-3) による距離  $f_{10}$  との差の絶対値  $|f_{10} - f_{10}|$ 、曲線 (#2-2) による距離  $f_{20}$  と曲線 (#2-3) による距離  $f_{20}$  との差の絶対値  $|f_{20} - f_{20}|$ 、曲線 (#3-2) による距離  $f_{30}$  と曲線 (#3-3) による距離  $f_{30}$  との差の絶対値  $|f_{30} - f_{30}|$ 、曲線 (#4-2) による距離  $f_{40}$  と曲線 (#4-3) による距離  $f_{40}$  との差の絶対値  $|f_{40} - f_{40}|$  は、それぞれゼロとなってどれも所定値  $L_{st}$  より小さくなり、2回転目のフロント側距離  $L_f$  と3回転目のフロント側距離  $L_f$  とがどのハブボルト #1, #2, #3, #4 でも一致したと判断する。

【0108】リヤ側距離  $L_r$  についても同様に、1回転めの曲線 (#3-1), (#4-1), (#1-1), (#2-1) によるリヤ側距離  $L_r$  をそれぞれ  $r_3, r_4, r_1, r_2$  とし、2回転めの曲線 (#3-2) によるリヤ側距離  $L_r$  が  $r_{30}$  になったとすると、ハブボルト #3 の1回転目と2回転目とのリヤ側距離の差  $v = r_3 - r_{30}$  が所定値  $L_{st}$  に対して  $|v| > L_{st}$  ( $\neq 0$ ) の場合は、リヤ側距離  $r_3$  とリヤ側距離  $r_{30}$  とが一致していないとして、ハブボルト #3 の曲線 (#3-2) によるリヤ側距離  $r_{30}$  を最初の測定結果として、リヤ側距離  $L_r$  の測定を継続する。

【0109】そして、曲線 (#3-2) による距離  $r_{30}$  と曲線 (#3-3) による距離  $r_{30}$  との差の絶対値  $|r_{30} - r_{30}|$ 、曲線 (#4-2) による距離  $r_{40}$  と曲線 (#4-3) による距離  $r_{40}$  との差の絶対値  $|r_{40} - r_{40}|$ 、曲線 (#1-2) による距離  $r_{10}$  と曲線 (#1-3) による距離  $r_{10}$  との差の絶対値  $|r_{10} - r_{10}|$ 、曲線 (#2-2) による距離  $r_{20}$  と曲線 (#2-3) による距離  $r_{20}$  との差の絶対値  $|r_{20} - r_{20}|$  は、それぞれゼロとなってどれも所定値  $L_{st}$  より小さくなり、2回転目のリヤ側距離  $L_r$  と3回転目のリヤ側距離  $L_r$  とがどのハブボルト #3, #4, #1, #2 でも一致したと判断する。

【0110】以上の結果から、図17と同様にして、直角三角形の斜辺の傾斜角  $\theta$ 、即ちホイールハブの傾斜角  $\theta$  は、 $\tan \theta = ((f_{10} - r_{30}) + (f_{20} - r_{40}) + (f_{30} - r_{10}) + (f_{40} - r_{20})) / 4 / DS$  を満たす  $\theta$  として求めることができ、また、この  $\theta$  から図7(b)で示したようにトーイン ( $b - a$ ) を求めることができる。

【0111】図19は本発明に係るホイールアライメン

ト測定装置(第2の実施の形態)によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ(第11作用図)である。縦軸はフロント側距離  $L_f$ 、リヤ側距離  $L_r$  及びこれらのフロント側距離  $L_f$  とリヤ側距離  $L_r$  との差  $D$  を表し、横軸はホイールハブ回転角  $\phi$  (単位は度( $^\circ$ ))を表す。図2~図5で説明した第1の実施の形態では、ディスク回転時のディスク71の側面の変位を各変位センサ73, 74で測定したので、ディスク71の変位を1回転中で連続に測定することが可能であるが、この第2の実施の形態では、図13~図15で説明したように、4本のハブボルト #1, #2, #3, #4 の先端の変位を測定するため、1回転中のホイールハブ55の側方への変位を連続して測定することができず、ホイールハブ55の変位が最大又は最小になる周方向位置と各ハブボルト #1, #2, #3, #4 との位置関係によっては、ホイールハブ55の変位の最大値及び最小値を測定することができないことがある。

【0112】例えば、図19のグラフの右上に示したホイールハブ55及びハブボルト #1, #2, #3, #4 の模式図において、ホイールハブ55の側方への変位が最大又は最小となる位置が、図のハブボルト #1 から  $30^\circ$  だけハブボルト #2 側に傾いた直線96上の位置にある場合の測定について以下に説明する。

【0113】グラフ中で各ハブボルト #1, #2, #3, #4 のフロント側距離  $L_f$  の測定点にハブボルトと同一の符号を付け、ハブボルト #1, #2 間におけるフロント側距離  $L_f$  が最大となる点を  $w_1$ 、ハブボルト #3, #4 間のフロント側距離  $L_f$  が最小となる点を  $w_2$  とし、これらの測定点 #1, #2, #3, #4 及び点  $w_1, w_2$  を通る曲線121を正弦波とする。

【0114】フロント側変位センサ73では、各ハブボルト #1, #2, #3, #4 までのフロント側距離  $L_f$  をそれぞれホイールハブ回転角  $\phi$  が  $\phi = h_1, h_3, h_4, h_6$  でこの順に測定し、それぞれフロント側距離  $L_f$  として  $f_{51}, f_{52}, f_{53}, f_{54}$  を得る。また、曲線121の最大値を  $f_{61}$  (このときのホイールハブ回転角  $\phi$  は  $\phi = h_2$ )、最小値を  $f_{62}$  (このときのホイールハブ回転角  $\phi$  は  $\phi = h_5$ ) とする。

【0115】また、グラフ中で各ハブボルト #3, #4, #1, #2 のリヤ側距離  $L_r$  の測定点にハブボルトと同一の符号を付け、ハブボルト #3, #4 間におけるリヤ側距離  $L_r$  が最小となる点を  $x_1$ 、ハブボルト #1, #2 間のリヤ側距離  $L_r$  が最大となる点を  $x_2$  とし、これらの測定点 #3, #4, #1, #2 及び点  $x_1, x_2$  を通る曲線122を正弦波とする。

【0116】リヤ側変位センサ74では、各ハブボルト #3, #4, #1, #2 までのリヤ側距離  $L_r$  をそれぞれホイールハブ回転角  $\phi$  が  $\phi = h_1, h_3, h_4, h_6$  でこの順に測定し、それぞれリヤ側距離  $L_r$  として  $r_{53}, r_{54}, r_{51}, r_{52}$  を得る。また、曲線122

の最小値を $r62$ （このときのホイールハブ回転角 $\phi$ は $\phi=h2$ ）、最大値を $r61$ （このときのホイールハブ回転角 $\phi$ は $\phi=h5$ ）とする。

【0117】以上のフロント側距離 $L_f$ の測定点#1、#2、#3、#4及び点 $w1$ 、 $w2$ と、リヤ側距離 $L_r$ の測定点#3、#4、#1、#2及び点 $x1$ 、 $x2$ とから、ホイールハブ回転角 $\phi$ が $\phi=h1$ におけるフロント側距離 $L_f$ の測定点#1とリヤ側距離 $L_r$ の測定点#3との距離の差 $D(f51-r53)$ を算出した点を算出点（#1-#3）、 $\phi=h2$ におけるフロント側距離 $L_f$ の点 $w1$ とリヤ側距離 $L_r$ の点 $x1$ との距離の差 $D(f61-r62)$ を算出した点を算出点（ $w1-x1$ ）、 $\phi=h3$ におけるフロント側距離 $L_f$ の測定点#2とリヤ側距離 $L_r$ の測定点#4との距離の差 $D(f52-r54)$ を算出した点を算出点（#2-#4）、 $\phi=h4$ におけるフロント側距離 $L_f$ の測定点#3とリヤ側距離 $L_r$ の測定点#1との距離の差 $D(f53-r51)$ を算出した点を算出点（#3-#1）、 $\phi=h5$ におけるフロント側距離 $L_f$ の点 $w2$ とリヤ側距離 $L_r$ の点 $x2$ との距離の差 $D(f62-r61)$ を算出した点を算出点（ $w2-x2$ ）、 $\phi=h6$ におけるフロント側距離 $L_f$ の測定点#4とリヤ側距離 $L_r$ の測定点#2との距離の差 $D(f54-r52)$ を算出した点を算出点（#4-#2）とし、各算出点（#1-#3）、（ $w1-x1$ ）、（#2-#4）、（#3-#1）、（ $w2-x2$ ）、（#4-#2）を通る曲線を曲線123とすると、この曲線123は、正弦波と正弦波との差を表す曲線であるため、曲線123の振幅の中心を通る直線124を引き、この直線124の差 $D$ の値を $A$ とした場合に、算出点（#1-#3）と算出点（#3-#1）、算出点（ $w1-x1$ ）と算出点（ $w2-x2$ ）、算出点（#2-#4）と算出点（#4-#2）とは直線124から等距離にある。

【0118】従って、4つの算出点（#1-#3）、（#2-#4）、（#3-#1）、（#4-#2）のそれぞれの差 $D$ の値を平均すると、この平均値は $A$ になり、また、2つの算出点（ $w1-x1$ ）、（ $w2-x2$ ）のそれぞれの差 $D$ の値を平均すると、この平均値は $A$ になって、4つの算出点（#1-#3）、（#2-#4）、（#3-#1）、（#4-#2）のそれぞれの差 $D$ の値の平均値と、2つの算出点（ $w1-x1$ ）、（ $w2-x2$ ）のそれぞれの差 $D$ の値の平均値とが等しくなる。

【0119】即ち、実際に測定したフロント側距離 $L_f$ の測定点#1、#2、#3、#4と、実際に測定したリヤ側距離 $L_r$ の測定点#3、#4、#1、#2から差 $D$ （ホイールハブの傾きに相当する。）を求めることで、ホイールハブの振れの最大値となる点 $w1$ 、 $x2$ 及び最小値となる点 $w2$ 、 $x1$ を測定しなくても、ホイールハブの傾きを求めることができる。

【0120】以上の図1、図2、図7及び図13で説明したように、本発明は、車輪101、102を取付けるための複数のハブボルト56を突出させたホイールハブ55を回転させ、ハブボルト56から離れた位置に配置した少なくとも2個のフロント側変位センサ73、リヤ側変位センサ74でハブボルト56の先端の変位を直接又は間接的にそれぞれ測定し、各変位センサ73、74で測定したそれぞれの変位に基づいてホイールハブ55の傾斜角 $\theta$ を算出することで、ホイールハブ55に車輪101、102を取付ける前にホイールアライメントを測定することを特徴とした。

【0121】ホイールハブ55に車輪101、102を取付ける前にホイールアライメントを測定することができるため、例えば、車両10が製造ラインを流れている間に、車両10の側方から車両10の製造の流れを止めずに複数の車輪101、102のアライメントの測定を行うことができ、車両10の生産性を向上させることができる。

【0122】また、例えば、ハブボルト56の変位を測定するだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。更に、ホイールハブ55を回転させながらハブボルト56の変位を測定するため、複数のハブボルト56の長さのばらつきによるホイールハブ55の傾斜誤差を打ち消すことができ、ホイールアライメントの測定精度を高めることができる。

【0123】本発明はまた、ハブボルト56の先端に各変位センサ73、74をそれぞれ対向させることで、ハブボルト56の先端の変位を直接測定することを特徴とした。ハブボルト56の先端の変位を直接測定するだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0124】本発明は更に、図1、図7及び図13で説明したように、車体11側のホイールハブ55に車輪101、102を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置105であって、このホイールアライメント測定装置105を、ホイールハブ55を回転させるためのホイールハブ回転手段119と、ホイールハブ55に設けた複数の車輪取付用ハブボルト56の先端に対向させて配置するとともにホイールハブ55を回転させたときのハブボルト56の先端の変位を測定する複数の変位センサ73、74と、これらの変位センサ73、74（変位センサ73は図15参照）からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブ55の傾斜角 $\theta$ を算出する演算・記憶手段75とから構成した。

【0125】ホイールハブ55に車輪を取付けない状態で、しかもハブボルト56の変位を直接測定する構造であるため、ホイールアライメント測定装置105の部品数をより少なくすることができ、構造を簡素にすることができ、ホイールアライメント測定装置105の製造

コストやメンテナンスに要するコストを抑えることができる。

【0126】尚、本発明の第1・第2の実施の形態では、変位測定手段（変位センサ）を車両前後方向に並べて配置したが、これに限らず、上下に並べて配置することで、ディスクの上下方向の傾斜角を測定し、キャンバ角を求めるようにしてもよい。

【0127】また、ハブボルトを4本としたが、これに限らず5本、6本あるいは8本以上の車両にも本発明のホイールアライメント測定方法及び同測定装置を適用してもよい。更に、車輪1輪のホイールアライメント測定について説明したが、2輪以上を同時に測定してもよい。

【0128】また更に、図6、図8及び図9で説明したように、本発明の第1の実施の形態では、ディスクが1回転したときに1回転の区間の始点でセンサが検出した距離と終点でセンサが検出した距離とが一致したかどうかを判断することで測定データの信頼性をチェックしたが、これに限らず、ディスクが半回転したときの始点と終点とのそれぞれの距離を比較し、これら始点の距離と終点の距離とが一致していれば、測定データの信頼性があるとして、測定した半回転分のデータから残りの半回転分のデータを推定し、ディスクの傾斜角を求めてもよい。このようにすれば、実際の測定工数、測定時間を短縮することができる。

【0129】

【発明の効果】本発明は上記構成により次の効果を発揮する。請求項1のホイールアライメント測定方法は、車輪を取付けるための複数のハブボルトを突出させたホールハブを回転させ、ハブボルトから離れた位置に配置した少なくとも2個の変位測定手段でハブボルトの先端の変位を直接又は間接的にそれぞれ測定し、各変位測定手段で測定したそれぞれの変位に基づいてホイールハブの傾斜角を算出することで、ホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するので、例えば、車両が製造ラインを流れている間に、車両の側方から車両の製造の流れを止めずに複数の車輪のアライメントの測定を行うことができ、車両の生産性を向上させることができる。

【0130】また、例えば、ハブボルトの変位を測定するだけなので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。更に、ホイールハブを回転させながらハブボルトの変位を測定するため、複数のハブボルトの長さのばらつきによるホイールハブの傾斜誤差を打ち消すことができ、ホイールアライメントの測定精度を高めることができる。

【0131】請求項2のホイールアライメント測定方法は、複数のハブボルトの先端にディスクを当て、このディスクをホイールハブと一体的に回転させ、ディスクの側面の変位を測定することで、ハブボルトの先端の変位

を間接的に測定するので、ハブボルトにディスクを押し当てるだけであるから、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0132】請求項3のホイールアライメント測定方法は、ハブボルトの先端に変位測定手段をそれぞれ対向させることで、ハブボルトの先端の変位を直接測定するので、測定を簡単に行うことができ、測定工数の低減を図ることができる。

【0133】請求項4のホイールアライメント測定装置は、車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、このホイールアライメント測定装置を、ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に押し当てるディスクと、このディスクをホイールハブと一体的に回転させるためのディスク回転手段と、ディスクを回転させたときのディスク側面の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とから構成したので、ホイールハブに車輪を取付けない状態で変位測定手段によりディスク側面の変位を測定する構造であるため、構造を簡素にすることができるとともに変位測定手段の配置をディスク側方の範囲内で自由に設定することができる。従って、ホイールアライメント測定装置の設計自由度を増すことができる。

【0134】請求項5のホイールアライメント測定装置は、車体側のホイールハブに車輪を取付ける前にホイールアライメントを測定するホイールアライメント測定装置であって、このホイールアライメント測定装置を、ホイールハブを回転させるためのホイールハブ回転手段と、ホイールハブに設けた複数の車輪取付用ハブボルトの先端に対向させて配置するとともにホイールハブを回転させたときのハブボルトの先端の変位を測定する複数の変位測定手段と、これらの変位測定手段からのそれぞれの変位信号に基づいてホイールハブの傾斜角を算出する傾斜角算出手段とから構成したので、ホイールハブに車輪を取付けない状態で、しかもハブボルトの変位を直接測定する構造であるため、ホイールアライメント測定装置の部品数をより少なくすることができ、構造を簡素にすることができ、ホイールアライメント測定装置の製造コストやメンテナンスに要するコストを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第1の実施の形態）を説明する説明図

【図2】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第1の実施の形態）のアライメント測定部の側面図（一部断面図）

【図3】図2の3-3線断面図

【図4】図2の4矢視図（一部断面図）

【図 5】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）のアライメント測定部をサスペンションから離れた状態を示す断面図

【図 6】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ（第 1 作用図）

【図 7】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図（第 2 作用図）

【図 8】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ（第 3 作用図）

【図 9】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ（第 4 作用図）

【図 10】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するフロー（第 5 作用図）

【図 11】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するフロー（第 6 作用図）

【図 12】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 1 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図（第 7 作用図）

【図 13】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）を示す側面図

\* 【図 14】図 13 の 14-14 線断面図

【図 15】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）におけるハブボルトと各変位センサとの位置関係を説明する説明図

【図 16】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ（第 8 作用図）

【図 17】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図（第 9 作用図）

【図 18】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明する作用図（第 10 作用図）

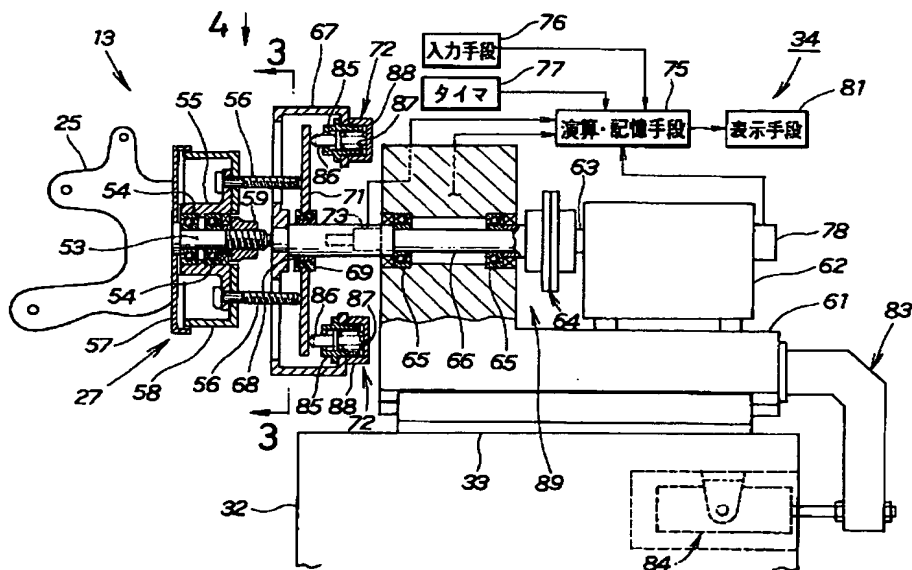
【図 19】本発明に係るホイールアライメント測定装置（第 2 の実施の形態）によるホイールアライメント測定方法を説明するグラフ（第 11 作用図）

【図 20】トーインについて説明する説明図

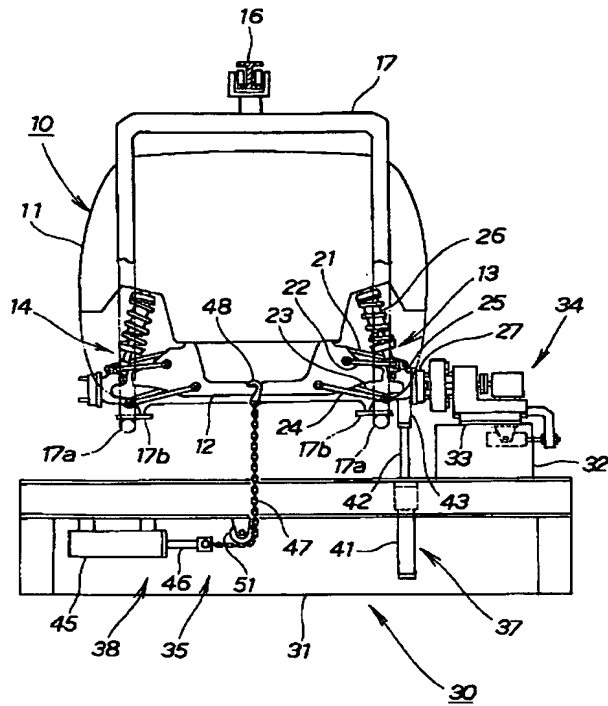
【符号の説明】

10…車両、30、105…ホイールアライメント測定装置、55…ホイールハブ、56…ハブボルト、56a、56b…ハブボルトの先端（窪み部、周縁部）、71…ディスク、73、74…変位測定手段（フロント側変位センサ、リヤ側変位センサ）、75…ディスク傾斜角算出手段（演算・記憶手段）、89…ディスク回転手段、119…ホイールハブ回転手段、101、102…車輪、 $\theta$ …ディスクの傾斜角。

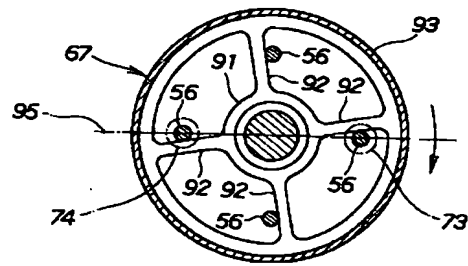
【図 2】



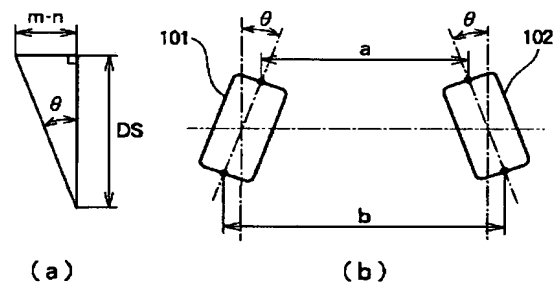
【図1】



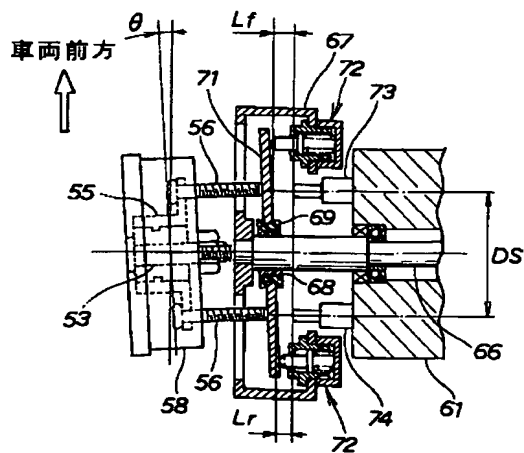
【図3】



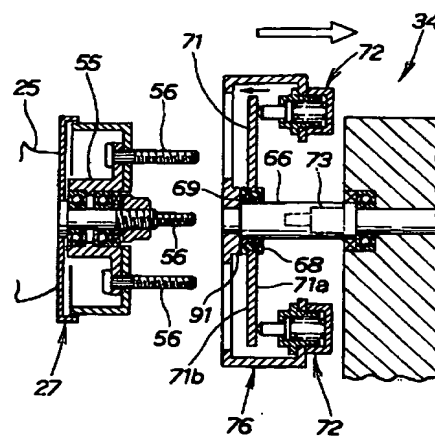
【図7】



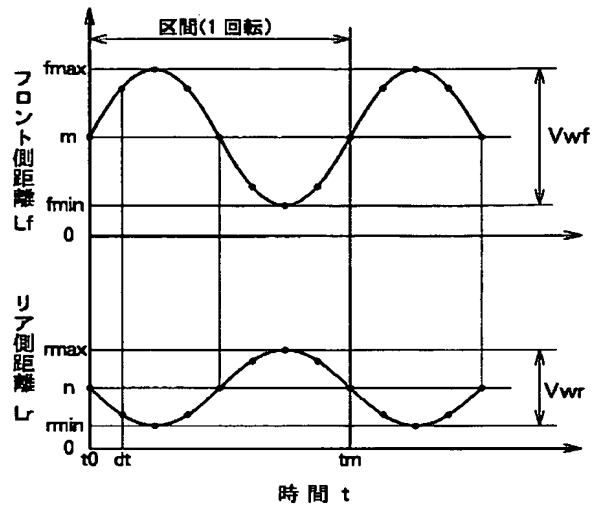
【図4】



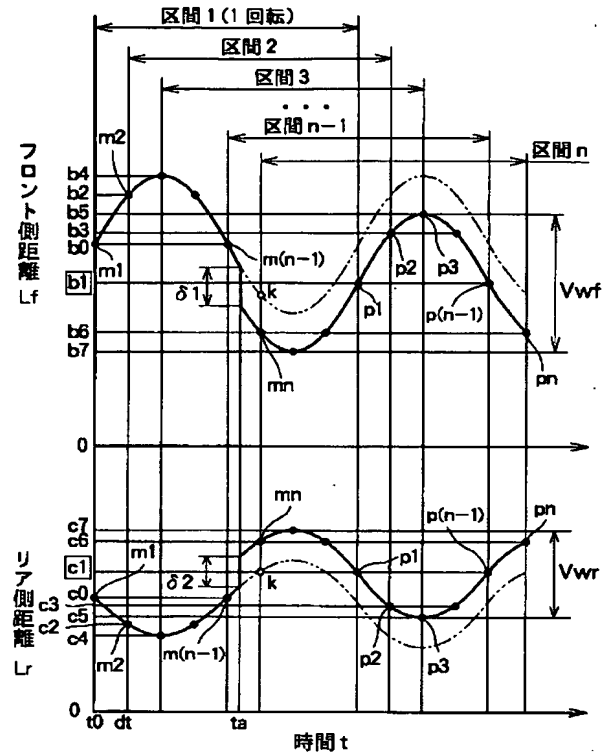
【図5】



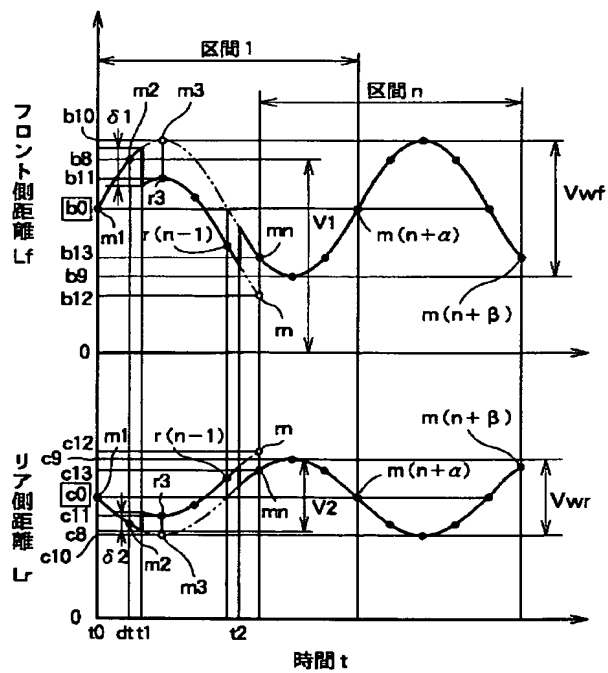
【図6】



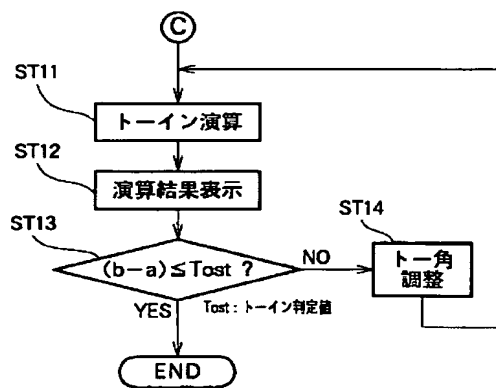
【図8】



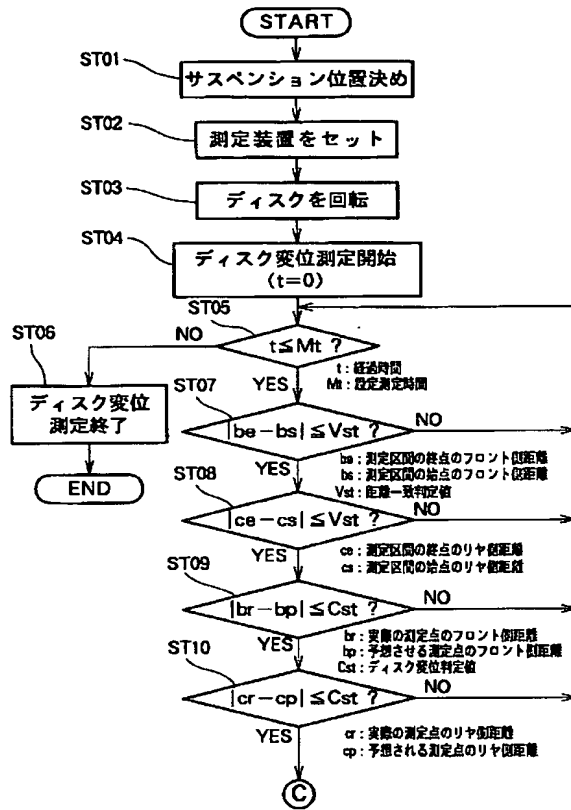
【図9】



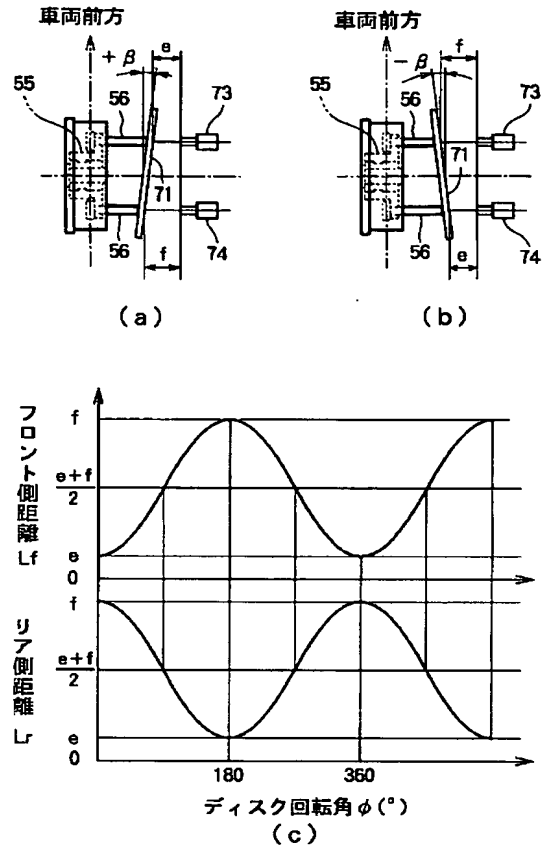
【図11】



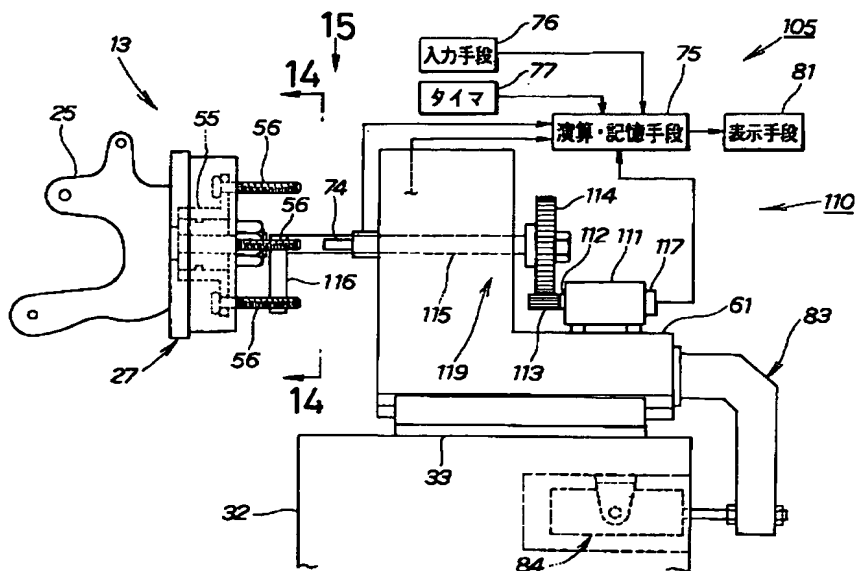
【図10】



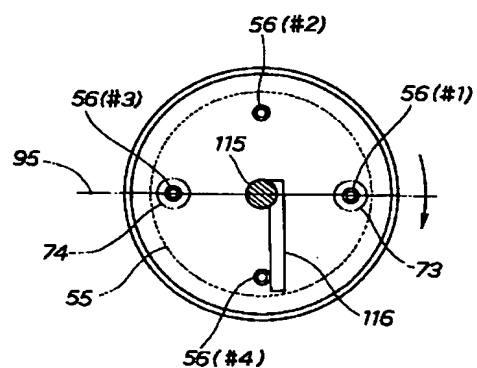
【図12】



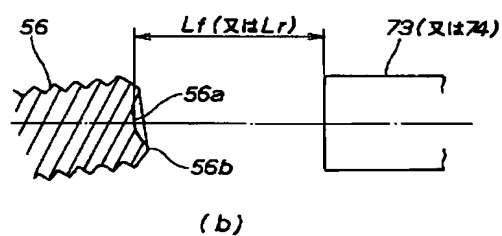
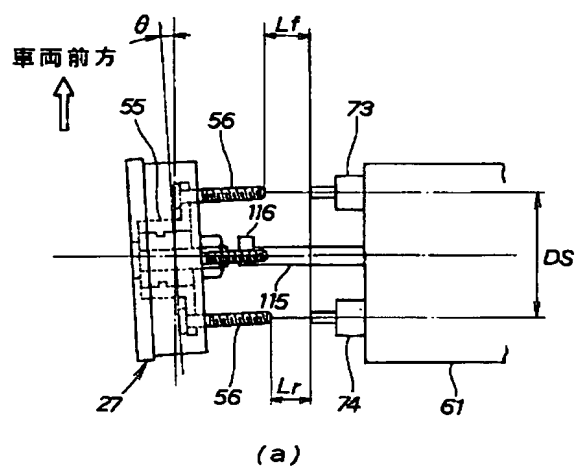
【図13】



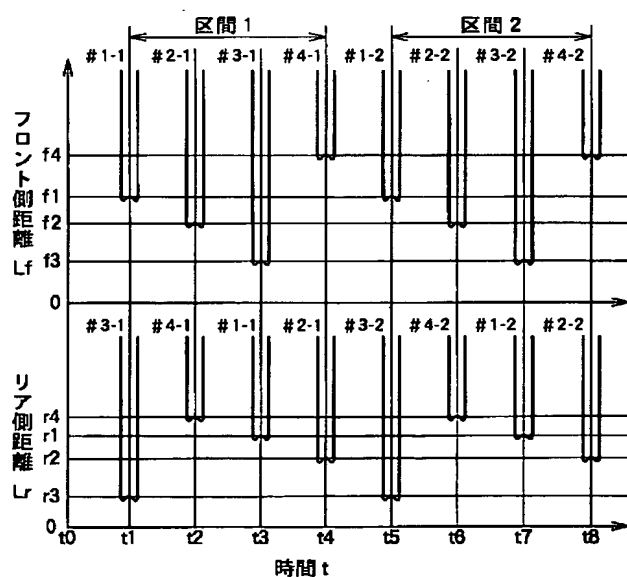
【図14】



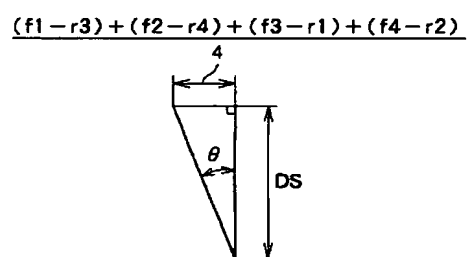
【図15】



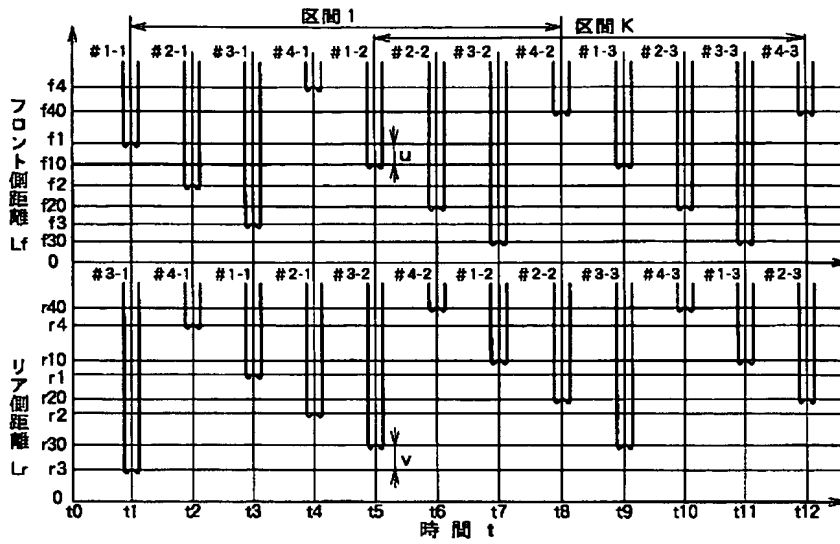
【図16】



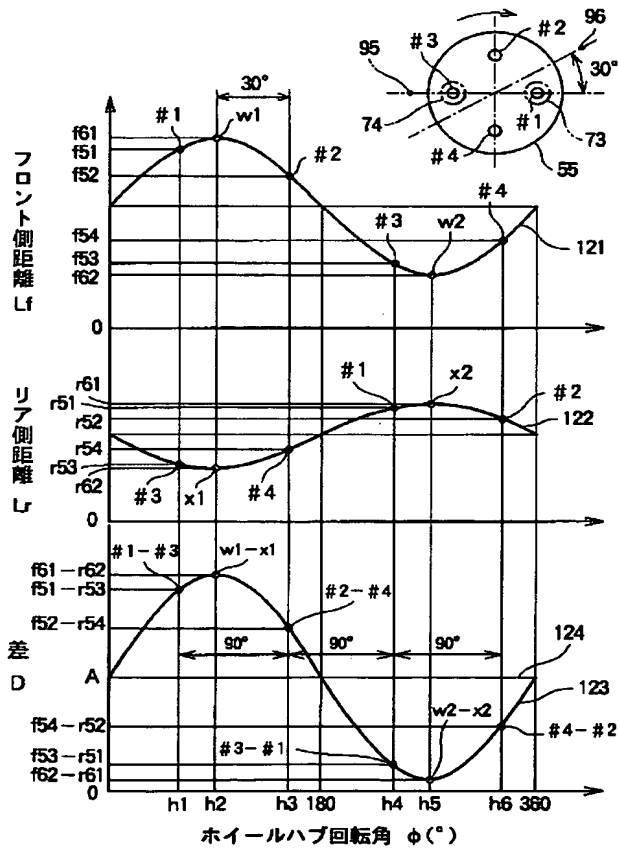
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

